

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-7815

(43)公開日 平成9年(1997)1月10日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 1/34			H 0 1 F 1/34	A
C 0 1 G 49/00			C 0 1 G 49/00	A
C 0 4 B 35/30		4230-5E	H 0 1 F 17/04	F
H 0 1 F 17/04			C 0 4 B 35/30	C

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-173991

(22)出願日 平成7年(1995)6月16日

(71)出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72)発明者 大学 元

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

(54)【発明の名称】 高周波用酸化物磁芯材料

(57)【要約】

【目的】 30MHz以上の周波数でも実効透磁率の温度変化が小さく、又、磁気損失が小さい高周波用酸化物磁芯材料を提供すること。

【構成】 Ni, Zn, Cu, Fe, Bi, Coの酸化物を主成分とするスピネル型フェライトであって、その組成比を $a[\text{Ni}_{(1-x)}\cdot\text{Cu}_x]\text{O}\cdot b\text{ZnO}\cdot c\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot d\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot e\text{CoO}$  (但し、 $a+b+c+d+e=100$ ,  $0.1\leq x\leq 0.8$ ,  $0\leq b\leq 14$ ,  $23\leq c\leq 47$ ,  $0< d\leq 1$ ,  $0< e\leq 0.5$ ,  $b+c+d+e\leq 47$ ) とする。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Ni, Zn, Cu, Fe, Bi, Coの酸化物を主成分として含有する高周波用酸化物磁芯材料において、その組成比が $a[\text{Ni}_{(1-x)}\cdot\text{Cu}_x]\text{O}\cdot b\text{ZnO}\cdot c\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot d\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot e\text{CoO}$  (但し、 $a+b+c+d+e=100$ ,  $0.1\leq x\leq 0.8$ ,  $0\leq b\leq 14$ ,  $23\leq c\leq 47$ ,  $0< d\leq 1$ ,  $0< e\leq 0.5$ ,  $b+c+d+e\leq 47$ ) で表されることを特徴とする高周波用酸化物磁芯材料。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高周波用酸化物磁芯材料に関し、特に、高周波域で使用されるスピネル型フェライト磁芯材料に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、電子機器技術の進歩により、電子機器内で扱われる信号の周波数帯域が高周波側に広がり、その帯域は、10MHz～数GHzまで及んでいる。

【0003】従来、このような高周波域で使用されるインダクタンス素子用の軟磁性材料には、金属に比べ電気抵抗が高く、周波数特性が優れていることから、Mn-Zn系フェライト、Ni-Zn系フェライト、Mg-Mn系フェライトで代表されるようなスピネル型フェライトが使用されてきた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、高周波帯域用インダクタンス素子に用いられる従来のNi-Zn, Ni-Zn-Cu系フェライトは、通常、約10MHz以下の周波数を対象にした磁芯材料であり、それ以上の周波数帯域では、実効透磁率の温度変化、及び損失が極めて大きく、磁芯材料としては、使用が不可能であるという欠点を有していた。そのため、電子機器の駆動周波数の高周波化への対応が困難であった。

【0005】そこで、本発明の課題は、これらの欠点を排除し、実効透磁率の温度変化、及び損失が小さく、30MHz以上での適用を可能とした高周波酸化物磁芯材料を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、検討を重ねた結果、Ni, Zn, Cu, Fe, Bi, Coの酸化物を主成分として含有するスピネル型フェライトにおいて、その組成比を $a[\text{Ni}_{(1-x)}\cdot\text{Cu}_x]\text{O}\cdot b\text{ZnO}\cdot c\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot d\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot e\text{CoO}$ とし、かつ、その範囲を $a+b+c+d+e=100$ ,  $0.1\leq x\leq 0.8$ ,  $0\leq b\leq 14$ ,  $23\leq c\leq 47$ ,  $0< d\leq 1$ ,  $0< e\leq 0.5$ ,  $b+c+d+e\leq 47$ とすることにより、30MHz以上の周波数帯に適用できるスピネル型フェライト磁芯材料を工業的に有用に製造できることを見出した。

2

【0007】即ち、本発明は、Ni, Zn, Cu, Fe, Bi, Coの酸化物を主成分として含有する高周波用酸化物磁芯材料において、その組成比が $a[\text{Ni}_{(1-x)}\cdot\text{Cu}_x]\text{O}\cdot b\text{ZnO}\cdot c\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot d\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot e\text{CoO}$  (但し、 $a+b+c+d+e=100$ ,  $0.1\leq x\leq 0.8$ ,  $0\leq b\leq 14$ ,  $23\leq c\leq 47$ ,  $0< d\leq 1$ ,  $0< e\leq 0.5$ ,  $b+c+d+e\leq 47$ ) で表されることを特徴とする高周波用酸化物磁芯材料である。

【0008】本発明では、材料特性の評価を $\mu_{30\text{MHz}}$ ,  $Q_{\text{max}}$ ,  $f_{Q_{\text{max}}}$ ,  $\Delta\mu_T$ で行っている。 $\mu_{30\text{MHz}}$ は、30MHzにおける実効透磁率を表し、この値はインダクタンスを高くとれることから、高い方がよいが、一般的には、高すぎると、高周波特性が低下するという関係にある。又、 $Q_{\text{max}}$ は、 $Q$  (損失係数 $\tan\delta$ の逆数)の最大値を示すものである。 $f_{Q_{\text{max}}}$ は、 $Q_{\text{max}}$ が最大値を示した周波数を示し、この周波数前後が磁芯材料としては有効に動作できる範囲となる。又、 $\Delta\mu_T$ は、20℃での $\mu$ 値を基準とした場合の0～80℃における $\mu$ の温度変化率を示し、次式より求めた。

【0009】 $\Delta\mu_T = (\mu_{80} - \mu_0) / \mu_{20} / 80 \times 100$

ここで、 $\mu_0$ ,  $\mu_{20}$ ,  $\mu_{80}$ は、各々0℃, 20℃, 80℃における $\mu$ の値を示している。

## 【0010】

【作用】本発明の酸化物磁芯材料の組成比 $a[\text{Ni}_{(1-x)}\cdot\text{Cu}_x]\text{O}\cdot b\text{ZnO}\cdot c\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot d\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot e\text{CoO}$  (但し、 $a+b+c+d+e=100$ ) において、 $0.1\leq x\leq 0.8$ と限定したのは、この範囲を超えると、 $\mu$ の温度特性が著しく劣化し、このような磁芯材料を用いてインダクタンス素子を作製した場合、温度に対するインダクタンスの変動が大きくなり、信頼性という点で不利益となるからである。

【0011】又、 $0\leq b\leq 14$ ,  $23\leq c\leq 47$ ,  $b+c+d+e\leq 47$ と限定したのは、 $b=14$ ,  $c=47$ ,  $b+c+d+e=47$ を越えると、 $f_{Q_{\text{max}}}$ が30MHz以下となり、本発明の課題である30MHz以上に適用できる高周波磁芯材料とならなくなるためである。又、 $c$ が23より小さくなると、 $Q_{\text{max}}$ が減少し、工業的に不利益となるからである。

【0012】 $0< d\leq 1$ としたのは、その範囲では $\Delta\mu_T$ が小さくなるからである。又、 $d$ が1.0を越えると、 $Q_{\text{max}}$ が減少し、工業的に不利益となるからである。 $0< e\leq 0.5$ としたのは、その範囲では $Q_{\text{max}}$ が増加するからである。又、 $e$ が0.5を越えると、 $\Delta\mu_T$ が大きくなり、工業的に不利益となるからである。

【0013】なお、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ についての効果は、一般に、 $\Delta\mu_T$ の改善及び $Q_{\text{max}}$ の向上が認められており、又、 $\text{CoO}$ についても、 $Q_{\text{max}}$ の向上及び $f_{Q_{\text{max}}}$ の高周波化に寄与することは認められているが、本発明では、前記組成に対して添加することにより、更に、改善が見

られた。

【0014】

【実施例】以下に、本発明の実施例について説明する。

【0015】(実施例1)原料として、酸化鉄( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、酸化ニッケル(NiO)、酸化第二銅(CuO)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化ビスマス(Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、三酸化コバルト(Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を、化学組成比が60[Ni<sub>(1-x)</sub>·Cu<sub>x</sub>]O·5ZnO·34Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·0.5Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·0.5CoO(但し、x=0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9)となるように調整し、ボールミルにて20時間湿式混合した。ここで、原料粉末は、粒度が全て0.5μm以下のものを使用した。

【0016】次に、これらの原料混合粉末を大気中800℃で2時間仮焼した後、ボールミルにて3時間湿式粉碎し、成形用粉末とした。

【0017】次いで、これらの成形用粉末を外径10mm、内径2mmの金型を用いて、高さ10mmの成形体となるように、成形圧2ton/cm<sup>2</sup>で圧縮成形した。

【0018】更に、これらの成形体を大気中、徐熱、炉冷にて、930℃で4時間保持し、焼結した。これらの焼結体は、外径約8.5mm、内径約1.7mm、高さ約7.5mmであった。次に、これらの焼結体の磁芯特性を測定した。その結果を図1に示す。

【0019】図1に示すように、x=0.1~0.8の範囲を越えると、Δμ<sub>T</sub>が著しく大きくなることがわかる。従って、この範囲が有用な組成であることがわかる。

【0020】(実施例2)実施例1と同様にして、化学組成比がa(Ni<sub>0.7</sub>·Cu<sub>0.3</sub>)O·bZnO·23Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·0.5Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·0.5CoO(但し、a+b=5, 2, b=0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20)となるように、成形用粉末を作製し、成形体を得た。次に、これらの成形体を930℃で2時間焼結し、磁芯特性を測定した。その結果を図2に示す。

【0021】図2に示すように、b=14を越えると、f<sub>qmax</sub>が30MHzより小さくなることがわかる。従って、b=0~8の組成範囲が有用であることがわかる。

【0022】(実施例3)実施例1と同様にして、化学組成比がa(Ni<sub>0.7</sub>·Cu<sub>0.3</sub>)O·cFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·0.5Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·0.5CoO(但し、a+c=99, c=22, 23, 24, 26, 28, 42, 44, 46, 47, 4

8)となるように、成形用粉末を作製し、成形体を得た。次に、これらの成形体を930℃で2時間焼結し、磁芯特性を測定した。その結果を図3に示す。

【0023】図3に示すように、c=23より小さくなると、Q<sub>max</sub>が著しく低下することがわかる。又、c=47を越えると、f<sub>qmax</sub>が30MHz以下となることがわかる。従って、c=23~47の範囲が有用な組成であることがわかる。

【0024】(実施例4)実施例1と同様にして、化学組成比がa(Ni<sub>0.7</sub>·Cu<sub>0.3</sub>)O·5ZnO·34Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·dBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·0.5CoO(但し、a+d=60, 5, d=0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2)となるように、成形用粉末を作製し、成形体を得た。次に、これらの成形体を930℃で2時間焼結し、磁芯特性を測定した。その結果を図4に示す。

【0025】図4に示すように、d>0とすることにより、Δμ<sub>T</sub>が著しく低下している。又、d=1.0を越えると、Q<sub>max</sub>が低下し、f<sub>qmax</sub>も30MHz以下となっている。従って、d=0~1.0(但し、0は含まず)の範囲が有用な組成であることがわかる。

【0026】(実施例5)実施例1と同様にして、化学組成比がa(Ni<sub>0.7</sub>·Cu<sub>0.3</sub>)O·5ZnO·34Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·0.5Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·eCoO(但し、a+e=60, 5, e=0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6)となるように、成形用粉末を作製し、成形体を得た。次に、これらの成形体を930℃で2時間焼結し、磁芯特性を測定した。その結果を図5に示す。

【0027】図5に示すように、e>0とすることにより、Q<sub>max</sub>の増加が認められる。又、e=0.5を越えると、Δμ<sub>T</sub>が著しく大きくなっている。従って、e=0~0.5(但し、0は含まず)の範囲が有用な組成であることがわかる。

【0028】(実施例6)実施例1と同様にして、化学組成比がa(Ni<sub>0.7</sub>·Cu<sub>0.3</sub>)O·bZnO·cFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·dBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·eCoO(但し、a+b+c+d+e=100, b=0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, c=34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, d=0.5, e=0.5)となるように、成形用粉末を作製し、成形体を得た。次に、これらの成形体を930℃で2時間焼結し、磁芯特性を測定した。その結果を表1及び表2に示す。

【0029】

【表1】

試料No.	b	c + d + e	$f_{Q_{max}}$ (MHz)	備 考
1	0	35	40	本発明
2	2	35	39	本発明
3	4	35	37	本発明
4	6	35	35	本発明
5	8	35	33	本発明
6	10	35	32	本発明
7	12	35	30	本発明
8	14	35	28	
9	0	37	40	本発明
10	2	37	38	本発明
11	4	37	36	本発明
12	6	37	34	本発明
13	8	37	33	本発明
14	10	37	30	本発明
15	12	37	28	
16	14	37	26	
17	0	39	39	本発明
18	2	39	37	本発明
19	4	39	35	本発明
20	6	39	32	本発明
21	8	39	30	本発明
22	10	39	27	
23	12	39	27	
24	14	39	24	

【0030】

\* \* 【表2】

試料No.	b	c + d + e	$f_{Q_{max}}$ (MHz)	備 考
25	0	41	39	本発明
26	2	41	34	本発明
27	4	41	32	本発明
28	6	41	30	本発明
29	8	41	28	
30	10	41	26	
31	12	41	25	
32	0	43	35	本発明
33	2	43	33	本発明
34	4	43	31	本発明
35	6	43	27	
36	8	43	26	
37	10	43	24	
38	0	45	32	本発明
39	2	45	30	本発明
40	4	45	28	
41	6	45	26	
42	8	45	25	
43	0	47	30	本発明
44	2	47	27	
45	4	47	25	
46	6	47	25	
47	0	49	22	
48	2	49	23	
49	4	49	23	

【0031】表1より、 $b+c+d+e \leq 47$ で $f_{Q_{max}}$ が30MHz以上となるとことがわかる。従って、 $b+c+d+e \leq 47$ の範囲が有用な組成であることがわかる。

【0032】以上、各実施例で示すように、 $\mu_{30MHz}$ を15程度確保しても、 $Q_{max}$ が約150から200得ら

※れ、従来のこの系の材料に得られない特性が得られている。

【0033】なお、本実施例においては、NiO、CuO、ZnO、 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を原料として使用したフェライト焼結体のみにについて述べているが、必ずしも、これら酸化物に限定されるものではない。

7

く、焼結体がスピネル型フェライトを形成するものであれば、本発明の範囲にある。

【0034】又、粉末の予備焼成、及び成形体の焼結を大気中で行っているが、焼結後の生成物がスピネル型フェライトであれば、成形用粉末の製造方法が予備焼成なし、共沈法、水熱合成法、噴霧焙焼法を適用しても、又、焼成雰囲気が大気中に比べ酸化性であっても、還元性であっても、本発明の範囲にある。

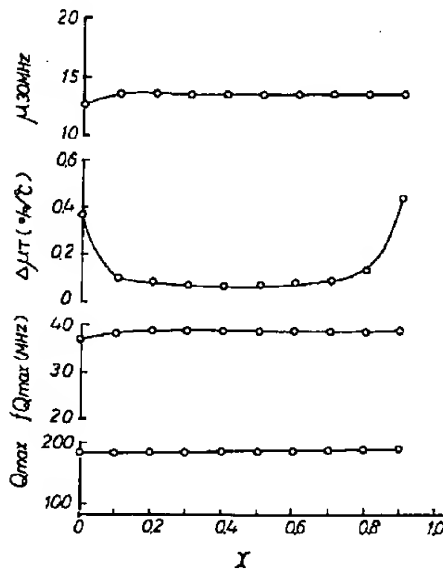
【0035】

【発明の効果】本発明によれば、30MHz以上でも、10 実効透磁率の温度変化が小さく、磁気損失が小さい高周波用酸化物磁芯材料を提供できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1における化学組成比60  $[\text{Ni}_{(1-x)} \cdot \text{Cu}_x] \cdot 0.5 \text{ZnO} \cdot 3.4 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 0.5 \text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 0.5 \text{CoO}$ のxと磁芯特性 $\mu_{30\text{MHz}}$ ,  $\Delta\mu_T$ ,  $f_{Q_{\text{max}}}$ ,  $Q_{\text{max}}$

【図1】



8

$_{\text{max}}$ との関係を示す図。

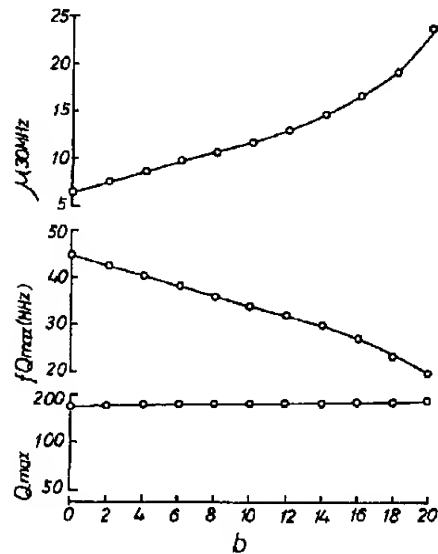
【図2】実施例2における化学組成比a  $(\text{Ni}_{0.7} \cdot \text{Cu}_{0.3}) \cdot 0.5 \text{ZnO} \cdot 2.3 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 0.5 \text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 0.5 \text{CoO}$ のbと磁芯特性 $\mu_{30\text{MHz}}$ ,  $f_{Q_{\text{max}}}$ ,  $Q_{\text{max}}$ との関係を示す図。

【図3】実施例3における化学組成比a  $(\text{Ni}_{0.7} \cdot \text{Cu}_{0.3}) \cdot 0.5 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 0.5 \text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 0.5 \text{CoO}$ のcと磁芯特性 $\mu_{30\text{MHz}}$ ,  $f_{Q_{\text{max}}}$ ,  $Q_{\text{max}}$ との関係を示す図。

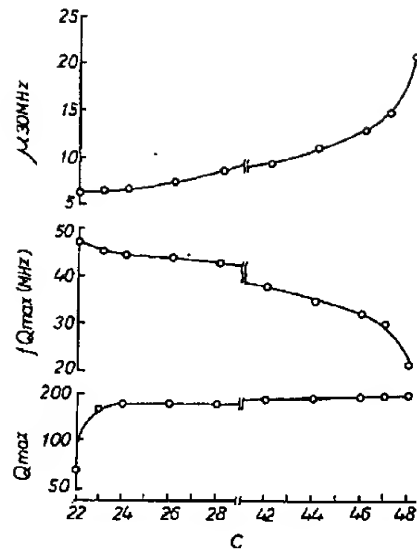
【図4】実施例4における化学組成比a  $(\text{Ni}_{0.7} \cdot \text{Cu}_{0.3}) \cdot 0.5 \text{ZnO} \cdot 3.4 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot d \text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 0.5 \text{CoO}$ のdと磁芯特性 $\mu_{30\text{MHz}}$ ,  $\Delta\mu_T$ ,  $f_{Q_{\text{max}}}$ ,  $Q_{\text{max}}$ との関係を示す図。

【図5】実施例5における化学組成比a  $(\text{Ni}_{0.7} \cdot \text{Cu}_{0.3}) \cdot 0.5 \text{ZnO} \cdot 3.4 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 0.5 \text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot e \text{CoO}$ のeと磁芯特性 $\mu_{30\text{MHz}}$ ,  $\Delta\mu_T$ ,  $f_{Q_{\text{max}}}$ ,  $Q_{\text{max}}$ との関係を示す図。

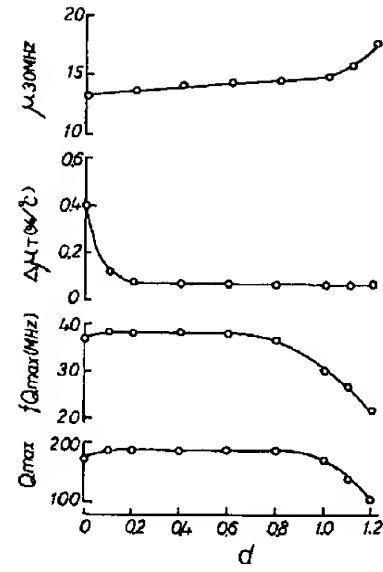
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

